

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-057281

(43)Date of publication of application : 26.02.2003

(51)Int.Cl.

G01R 29/10

(21)Application number : 2001-248569

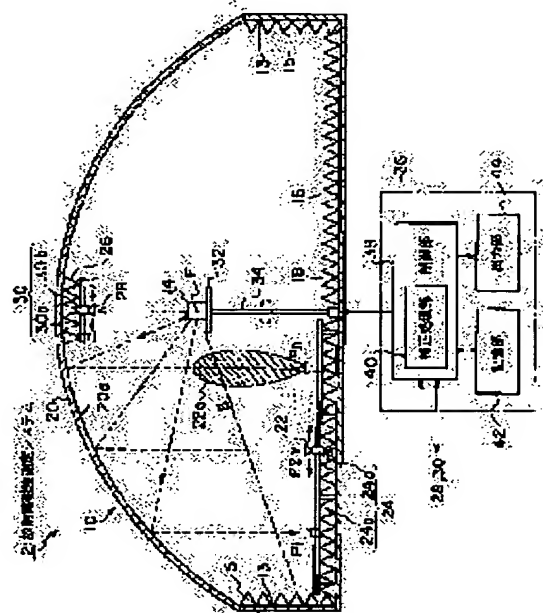
(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 20.08.2001

(72)Inventor : KUSAMA YUSUKE
HATTORI NORITAKE**(54) ANECHOIC CHAMBER, SYSTEM AND METHOD OF MEASURING RADIATION ELECTROMAGNETIC WAVES****(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To ensure a long distance between a sample under test and an electromagnetic wave measuring antenna for measuring electromagnetic waves, radiated from the sample in a anechoic chamber.

SOLUTION: The ratio anechoic chamber 10 reflects electromagnetic waves radiated from a sample under test 14 up from an installation area of the sample 14 toward measuring positions P1, P2,..., Pn on the floor surface 18, according to the radiating direction of the waves. A radiated electromagnetic wave measuring unit 36 corrects the intensity of the electromagnetic wave received by an antenna 22 at each measuring position P1, P2,..., Pn, to obtain a reception intensity of the electromagnetic waves radiated in each direction from the sample 14 at a position apart from a specified distance.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-57281

(P2003-57281A)

(43) 公開日 平成15年2月26日 (2003.2.26)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 1 R 29/10

識別記号

F I

C 0 1 R 29/10

データベース (参考)

E

B

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2001-248569 (P2001-248569)

(22) 出願日 平成13年8月20日 (2001.8.20)

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 草間 裕介

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式

会社村田製作所内

(72) 発明者 服部 憲武

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式

会社村田製作所内

(74) 代理人 100075258

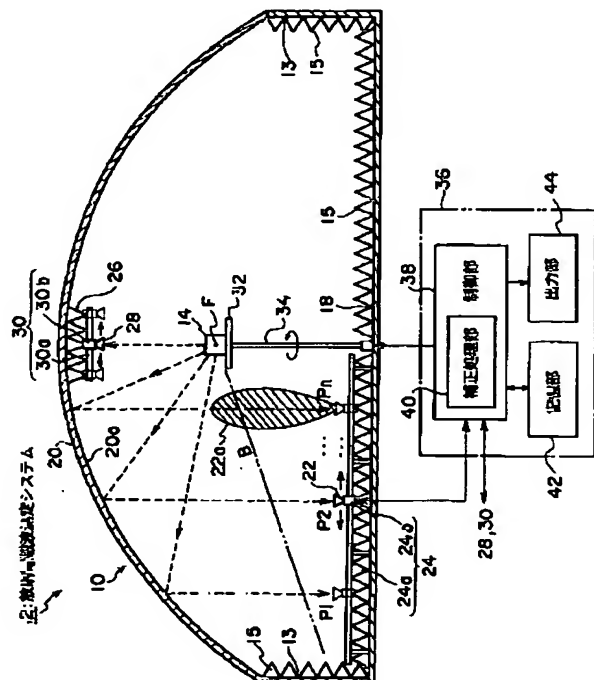
弁理士 吉田 研二 (外2名)

(54) 【発明の名称】 電波暗室、放射電磁波測定システムおよび放射電磁波の測定方法

(57) 【要約】

【課題】 電波暗室内で被試験体から放射される電磁波を測定する際に、被試験体と電磁波測定用のアンテナとの距離を長く確保する。

【解決手段】 電波暗室10は、被試験体14の設置領域の上方に、被試験体14から放射された電磁波を、その放射方向に応じた床面18側の測定位置(P1, P2, ..., Pn)に向けて反射する。各測定位置(P1, P2, ..., Pn)においてアンテナ22で受信した電磁波の強度は、放射電磁波測定装置36で補正され、被試験体14から各方向に向けて放射された電磁波の、所定距離離間した位置における受信強度として取得される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被試験体の設置領域の上方となる位置に、被試験体から放射された電磁波をその放射方向に応じた床面側の測定位置に向けて反射する反射鏡を備えたことを特徴とする電波暗室。

【請求項2】 前記反射鏡は、被試験体から複数の放射方向に放射された電磁波を略同じ方向に向けて反射することを特徴とする請求項1に記載の電波暗室。

【請求項3】 前記反射鏡の鏡面と所定の鉛直平面との交線が放物線となることを特徴とする請求項1または2に記載の電波暗室。

【請求項4】 前記反射鏡により被試験体からの電磁波が被試験体に向けて反射されるのを抑制する反射抑制部材を備えることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の電波暗室。

【請求項5】 請求項1乃至4のいずれかに記載の電波暗室用の放射電磁波測定システムであって、放射方向に応じた床面側の各測定位置に電磁波を受信するアンテナを移動させるアンテナ移動機構を備えることを特徴とする放射電磁波測定システム。

【請求項6】 請求項1乃至4のいずれかに記載の電波暗室用の放射電磁波測定システムであって、被試験体から電磁波を受信するアンテナまでの反射鏡を経由した電磁波の伝搬距離に応じて測定結果を補正する補正処理部を備えることを特徴とする放射電磁波測定システム。

【請求項7】 前記補正処理部は、被試験体から等距離における電磁波強度となるように被試験体からの各放射方向に対する測定結果を補正することを特徴とする請求項6に記載の放射電磁波測定システム。

【請求項8】 請求項4に記載の電波暗室用の放射電磁波測定システムであって、被試験体に向けて放射電磁波が反射されるのを抑制する前記反射抑制部材の設置される位置と被試験体の設置位置との間に、電磁波を受信するアンテナを備えることを特徴とする放射電磁波測定システム。

【請求項9】 請求項1乃至4のいずれかに記載の電波暗室用の放射電磁波測定システムであって、前記受信アンテナの指向特性を利用し、放射電磁波が被試験体から床面側の測定位置に直接到来するのを抑制することを特徴とする放射電磁波測定システム。

【請求項10】 請求項1乃至4のいずれかに記載の電波暗室内において、被試験体から放射された電磁波の前記反射鏡による反射波を、被試験体からの放射方向に応じた床面側の測定位置で測定することを特徴とする放射電磁波の測定方法。

【請求項11】 請求項10に記載の放射電磁波の測定方法であって、被試験体から直接到来する電磁波の遮蔽される測定位置で放射電磁波の測定を行うことを特徴とする放射電磁波

の測定方法。

【請求項12】 請求項10または11に記載の放射電磁波の測定方法であって、各放射方向に対する測定結果を電磁波の伝搬距離に基づいて補正し、被試験体から等距離における電磁波強度を取得することを特徴とする放射電磁波の測定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は電波暗室、放射電磁波測定システムおよび放射電磁波の測定方法に関し、特に、被試験体と電磁波測定用のアンテナとの距離を電波暗室の規模に対してより大きく設定することを可能とする技術に関する。

【0002】

【従来の技術】電子機器等から放射される電磁波の測定試験は、外部から到来する電磁波および内部反射波の影響を極力排除するため、電波暗室内で行われる。電子機器等の測定試験の規格の一つであるEMC(Electro Magnetic Compatibility)測定規格(例えばVCCI[情報処理装置等電波障害自主規制協議会]規格)では、被試験体から電磁波測定用のアンテナまでの距離は、条件に応じて種々設定されているが、その中には、被試験体とアンテナとの間の水平方向の距離を10m以上とする試験条件も含まれている。

【0003】またEMC測定規格とは別に、被試験体から所定距離離れた円弧上の水平位置から直上位置までの複数のアンテナ位置(測定点)での測定結果より、被試験体から各方向に放射される電磁波の強度分布としての放射方向特性を取得する場合がある。この場合、さらに被試験体の載置台を水平面で回転させ、各回転姿勢毎に電磁波の強度分布を取得することで、被試験体を中心として所定距離離れた球面上の位置での電磁波の強度分布を取得することができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、水平方向に長い距離を必要とする試験は、室内の広い大きな電波暗室でなければ、これを実施することができなかった。大きな電波暗室は、占有スペースが大きくなるとともに、製造コストも高くなってしまう。

【0005】また、被試験体の周囲の各方向で測定を行う場合にも、被試験体とアンテナとの距離が、電波暗室の広さによって制限されてしまうという問題があった。すなわちこの場合にも、離間距離の長い試験は、床面積および高さともに大きな電波暗室でなければ、これを実施することができなかった。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明にかかる電波暗室は、被試験体の設置領域の上方となる位置に、被試験体から放射された電磁波をその放射方向に応じた床面側の測定位置に向けて反射する反射鏡を備える。このような

構成により、被試験体から放射され一旦反射鏡で反射された電磁波を測定することができるので、被試験体から直接伝搬した電磁波を測定する場合に比して被試験体からアンテナまでの距離を長くとることができる。なお、被試験体からの電磁波の放射方向と測定位置とはそれぞれ一対一に対応付けられるのが望ましい。

【0007】また本発明では、前記反射鏡は、被試験体から複数の放射方向に放射された電磁波を略同じ方向に向けて反射するのが好適である。こうすれば、複数の放射方向に対する測定での各測定位置についてアンテナの指向性を一定にしておくことができるので、より容易により高精度な測定が可能となる。

【0008】また本発明では、前記反射鏡の鏡面と所定の鉛直平面との交線が放物線となるのが好適である。被試験体をこの放物線の焦点に配置すると、当該鉛直面内で放物線の各方向に向けて放射される電磁波に対する反射波の方向は略同じ方向となる。すなわちこのような構成により、より容易により高精度な測定が可能となる。

【0009】また本発明では、前記反射鏡により被試験体からの電磁波が被試験体に向けて反射されるのを抑制する反射抑制部材を備えるのが好適である。上記のように反射鏡を設置した場合、方向によっては（例えば被試験体の直上方向等）、反射鏡での反射波が再び被試験体に戻って放射電磁波に干渉してしまい、精度良く放射電磁波を測定することが困難になってしまう場合がある。本発明では、このような反射抑制部材を設けることで、放射電磁波の測定をより精度良く行うことができるようになる。

【0010】また本発明にかかる電波暗室用の放射電磁波測定システムは、放射方向に応じた床面側の各測定位置に電磁波を受信するアンテナを移動させるアンテナ移動機構を備える。このような構成によれば、各測定位置にアンテナを設置することにより、放射電磁波の強度の方向特性を取得することができるようになる。

【0011】また本発明にかかる電波暗室用の放射電磁波測定システムは、被試験体から電磁波を受信するアンテナまでの反射鏡を経由した電磁波の伝搬距離に応じて測定結果を補正する補正処理部を備える。このような構成によれば、伝搬距離の条件を厳密に設定しなくても済む分、反射鏡あるいはアンテナ移動機構の位置、形状、あるいは移動範囲等の設定の自由度が増大し、電波暗室あるいは放射電磁波測定システムをより容易に構成することができるようになる。

【0012】また本発明にかかる電波暗室用の放射電磁波測定システムでは、前記補正処理部は、被試験体から等距離における電磁波強度となるように被試験体からの各放射方向に対する測定結果を補正するのが好適である。こうすれば、電波暗室あるいはアンテナ移動機構などの装置側で構成上の等距離を確保しなくても、被試験体から各方向に対して等距離で測定した電磁波強度とし

ての放射電磁波の方向特性を取得することができるようになる。

【0013】また本発明にかかる電波暗室用の放射電磁波測定システムは、被試験体に向けて放射電磁波が反射されるのを抑制する前記反射抑制部材の設置される位置と被試験体の設置位置との間に、電磁波を受信するアンテナを備えるのが好適である。こうすれば、前記反射抑制部材を設けた方向（すなわち反射鏡による反射波が再び被試験体側に反射される方向）についても放射電磁波の測定が可能となる。

【0014】また本発明にかかる電波暗室用の放射電磁波測定システムでは、放射電磁波が被試験体から床面側の測定位置に直接到来するのを抑制するために、受信アンテナの感度が反射鏡からの反射波の方向に対して最大となるような手段を備えるのが好適である。本発明では、反射鏡からの反射波を測定することで被試験体からの電磁波の放射特性を取得しようとするものであるが、アンテナで直接波が受信されると、測定誤差増大の要因となってしまう。特に測定位置が被試験体に近い場合には、直接波の影響は顕著なものとなる。すなわち、このような構成によれば、電磁波の測定精度を向上することができる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。図1は、本実施形態にかかる電波暗室10および放射電磁波測定システム12を示す構成図、また図2は、電波暗室10の反射鏡20の立体的な形状を示すための斜視図である。

【0016】図1に示すように、電波暗室10は、被試験体14の設置領域の上方となる位置（例えば天井）に、被試験体14から上方の各方向に放射された電磁波を床面18側に反射する反射鏡20を備える。床面18上には、反射鏡20からの反射波を受信する電磁波測定用のアンテナ22が設けられる。すなわち本実施形態では、被試験体14から放射される直接波ではなく、反射鏡20による反射波を測定することで、被試験体14からアンテナ22までの距離をより長くとることを可能としている。なお、側壁面13上および床面18上には、室内側に向けて頂部が突出するように角錐状の電波吸収体15が敷き詰められており、これらにより、不要な内部反射波が抑制されている。

【0017】反射鏡20は、被試験体14から到来した電磁波を、被試験体14からの放射方向に応じた床面18側の測定位置(P1, P2, ..., Pn)に向けて反射する。より具体的には、反射鏡20は、例えば鉛直上方にくぼむ凹状の鏡面20aを備えている。この鏡面20aと所定の鉛直平面との交線は放物線となっており、反射鏡20の鏡面20aは、立体的には、図2に示すように、放物線Pr（太い破線）を鉛直方向に伸びる対称軸Cまわりに回転させてできる回転放物面に相当する曲面となってい

る。放物線（あるいは放物面）の焦点F（図1）に設置された被試験体14から該鉛直平面に沿って上方の各方向に放射された電磁波は、反射鏡20によって、所定方向（例えば鉛直下方）に向かう平行な反射波となり、被試験体14からの放射方向に応じてそれぞれ異なる測定位置(P1,P2, ,Pn)に到達する。すなわち、被試験体14からの放射方向と測定位置(P1,P2, ,Pn)とは、それぞれ一対一で対応することになる。図1の例では、被試験体14から放射された電磁波は、放射方向が水平方向に近いほど被試験体14に対して遠い側の測定位置（P1側）に、また放射方向が鉛直方向に近いほど被試験体14に対して近い側の測定位置（Pn側）に到達する。

【0018】床面18上には、アンテナ22を上記鉛直平面内で水平移動させ各測定位置(P1,P2, ,Pn)で静置させるアンテナ移動機構24が設けられている。より具体的には、このアンテナ移動機構24は、床面18上で水平方向に延設されるレール24aと、アンテナ22を支持してレール24a上を移動自在なスライダ24bと、を備えている。スライダ24bは、図示しない駆動機構（例えばACサーボモータ等）によって駆動される。

【0019】上記構成によれば、アンテナ移動機構24によって測定位置(P1,P2, ,Pn)に移動されたアンテナ22により、測定位置(P1,P2, ,Pn)にそれぞれ対応する方向に被試験体14から放射された電磁波を受信し、その強度を測定することができる。また反射鏡20の各点からの反射波が略同じ方向（例えば鉛直下方）に向かう波となる場合、各測定位置(P1,P2, ,Pn)において、アンテナ22の指向方向が反射波の進行方向の逆方向（例えば鉛直上方）となるようにすればよい。図1の場合、床面18に対して水平な方向に移動するスライダ24bに、アンテナ22を、その指向方向が鉛直上方となる姿勢で固定支持すればよい。すなわち、反射鏡20を、被試験体14から複数の放射方向に放射された電磁波を略同じ方向に向けて反射するように構成することにより、アンテナ22の支持構成を簡素化することができる。またアンテナ22の指向性22aは、図1に示すように、反射波の進行方向の逆方向に鋭く、アンテナ22の感度が反射鏡20からの反射波の進行方向に対して最大となるようにするのが望ましい。こうすることで、強度測定における放射方向の分解能を高くすることができるとともに、目的とする反射波以外の電磁波（例えば被試験体14から直接到来する電磁波）による干渉を抑制することができる。

【0020】また、図1に示す電波暗室10では、反射鏡20により被試験体14からの電磁波が被試験体14に向けて反射されるのを抑制する反射抑制部材26が設けられている。より具体的には、被試験体14から反射波の進行方向（例えば鉛直下方）の逆方向に廻った位置（例えば被試験体14から鉛直上方の領域）の鏡面20

a上に、反射抑制部材（例えば電波吸収体）26が設けられる。このような構成により、被試験体14から放射された電磁波が反射鏡20で反射されて再び被試験体14に戻り、放射電磁波と干渉するのを抑制することができる。

【0021】また、図1に示す電波暗室10では、被試験体14と反射抑制部材26との間に、被試験体14から反射抑制部材26の設置領域に向けて放射される電磁波を測定するためのアンテナ28が設けられる。なおアンテナ28は、被試験体14から直接到来する電磁波を受信する。この領域には、アンテナ28を水平方向に移動させるアンテナ移動機構30が設けられる。アンテナ移動機構30は、反射鏡20（天井）に設置された水平方向に伸びるレール30aと、アンテナ28を支持しレール30a上を水平方向に移動するスライダ30bと、スライダ30bをレール30aに沿って移動させる駆動機構（例えばACサーボモータ等；図示せず）と、を備える。このようなアンテナ移動機構30を備えることにより、反射抑制部材26の設置領域を比較的広く設定した場合にも、その領域内の各位置で電磁波を測定することができる。

【0022】被試験体14を載置する載置台34は、図示しない回転機構を備え、床面18に垂直な中心軸（鉛直軸）周りに回転自在に（すなわち床面18に平行な面内〔水平面内〕で回転自在に）構成されている。載置台34の複数の回転姿勢（例えば1周〔360deg〕を10degずつ分割した角度）について、アンテナ22、28により各測定位置で取得された測定結果により、被試験体14から所定距離離れた球面上における電磁波の強度分布を取得することが可能となる。なお、載置台34を回転させるのに替えて、載置台34を固定し、アンテナ移動機構24が中心軸周りに回転自在となるように構成しても、同様の強度分布を取得することができる。

【0023】また、図1に示す電波暗室10では、被試験体14から放射された電磁波が床面18側のアンテナ22に直接到来するのを抑制するために、受信アンテナの感度が反射鏡20からの反射波の方向に対して最大となるような手段を備えており、破線Bより床面18側には、被試験体14からの電磁波が直接到達しないように構成されている。このように、被試験体14からアンテナ22に電磁波が直接到達しない領域に、反射波を測定するためのアンテナ22の測定位置(P1,P2, ,Pn)を設定することにより、直接波による干渉の少ない、より高精度な電磁波の測定が実現される。なお、アンテナ移動機構24、30および載置台32、34（載置台32以外の構成要素）については、少なくともその表面が電波の反射が少ない部材（例えば電波吸収体）および／または形状とするのが望ましい。このような部材としては、例えば、紙、ポリスチレン、ポリウレタン、ポリプロピレン、グラスウール、乾燥木材、FRP等がある。

【0024】アンテナ22、28で取得された受信信号は、放射電磁波測定装置36に入力され、処理される。放射電磁波測定装置36は、システム12各部の制御を司るとともに測定結果の処理を行う制御部（例えばCPU等）38と、アンテナ22、28で取得した電磁波の強度を補正する補正処理部40と、制御部38の処理に関するパラメータを記憶する記憶部（例えばRAM、ROMまたはハードディスク等）42と、測定結果を出力する出力部（例えばディスプレイ等）44と、を備える。

【0025】記憶部42には、各測定位置にアンテナ22、28を移動させるためのアンテナ移動機構24、30の制御パラメータ、および所定の回転姿勢となるよう載置台34を回転させるための制御パラメータが記憶されている。制御部38は、それら制御パラメータを取得してアンテナ移動機構24、30の駆動機構あるいは載置台34の回転機構の制御を行う。また記憶部42には、載置台34の各回転姿勢について取得された各測定位置での測定結果または所定の処理済みの出力用データが格納される。さらに記憶部42には、測定結果を処理するのに必要なデータとして、例えば、測定位置と放射方向との対応付けを示すデータ、および各測定位置までの電磁波の伝搬距離が格納されている。これにより、制御部38は、出力部44で出力するデータを生成することができる。

【0026】補正処理部40は、アンテナ22、28で受信した電磁波の強度の補正を行う。この補正により、例えば、被試験体14から各方向に向けて放射された電磁波が所定距離離れた位置で受信された場合の強度が取得される。こうして取得された受信強度は電磁波の放射方向特性を示すことになる。電磁波の受信強度は、電磁波の伝搬距離の自乗に反比例するから、各方向に向けて放射された電磁波の被試験体14からアンテナ22、28までの伝搬距離を L_1 、電磁波の強度を取得する所定距離を L_2 、またアンテナ22、28で取得された電磁波の強度を A_1 とすると、次の式(1)により所定距離 L_2 における電磁波の強度 A_2 を取得することができる。

【数1】

$$A_2 = A_1 \cdot (L_1 / L_2)^2 \quad \dots (1)$$

なお、記憶部42には、測定位置(P_1, P_2, \dots, P_n)毎に伝搬距離 L_1 を示すパラメータが格納されており、補正処理部40は、このパラメータを用いて強度 A_2 を取得する。

【0027】出力部44は、補正処理部40の処理結果に基づき、所定距離 L_2 での受信強度 A_2 を出力する。これを出力するための出力データは、制御部38におい

て、被試験体14から所定距離 L_2 離れた半球面上における受信強度 A_2 の分布を出力部44において例えば立体的に表現するための画像データとして生成される。

【0028】以上、本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態には限定されない。例えば、図3に示すように、反射鏡60を、放物線Pr（太い破線）に沿った細長い曲面状の鏡面60aを備えた構成としてもよい。この場合、載置台34および／または反射鏡60を鉛直軸Cを中心として相対的に回転した各角度位置で測定を行うことにより、被試験体から鉛直軸Cの周囲の各方向に放射される電磁波の強度、ひいては被試験体から所定距離離れた半球面上における受信強度の分布を取得することができる。また、反射鏡は、連続的な曲面として構成するのではなく、要素としての小さな平面鏡を複数組み合わせる構成としてもよい。また、上記実施形態では、アンテナ(22, 28)をスライダ(24b, 30b)に一定姿勢となるように固定支持したが、各測定位置においてその指向方向が可変自在となるよう、例えばアンテナをスライダに回転自在に支持するようにしてもよい。

【0029】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、被試験体から放射され一旦反射鏡で反射された電磁波を測定することができる分、被試験体からアンテナまでの距離を長くとることができる。また、被測定物とアンテナの位置関係によらずアンテナ指向性を変える必要が無い分、簡易な機構によって3次元的な電磁界分布を知ることができる。さらに、反射鏡で反射された電磁波の大半は、反射抑制部材に対してほぼ垂直角度に入射されるため、反射抑制部材の反射抑制効果が極めて高い分、高精度な測定が実現される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態にかかる電波暗室および電磁波測定システムの全体構成を示す図である。

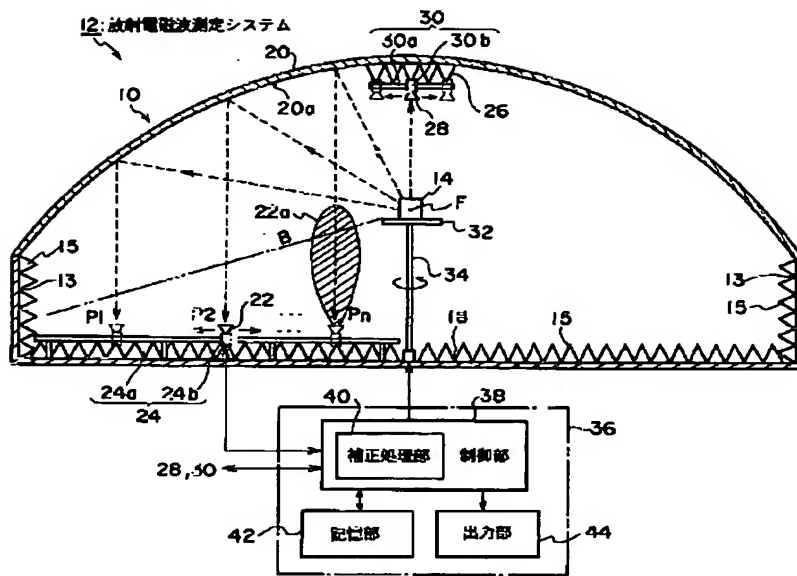
【図2】 本発明の実施形態にかかる電波暗室の反射鏡の形状を示す斜視図である。

【図3】 本発明の別の実施形態にかかる電波暗室の反射鏡の形状を示す斜視図である。

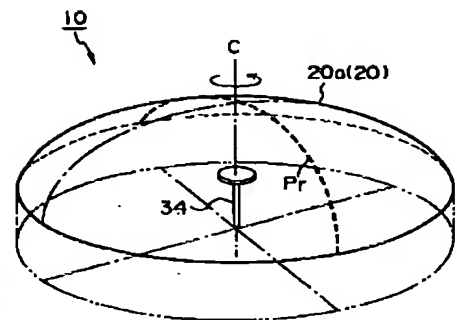
【符号の説明】

10, 50 電波暗室、12 放射電磁波測定システム、14 被試験体、18 床面、20, 60 反射鏡、20a, 60a 鏡面、22, 28 アンテナ、22a アンテナ指向性、24, 30 アンテナ移動機構、26 反射抑制部材、32, 34 載置台、36 放射電磁波測定装置、38 制御部、40 補正処理部、42 記憶部、44 出力部。

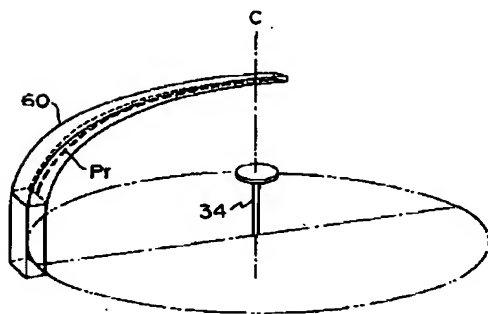
【図1】



【図 2】



【図3】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.